

## 明 細 書

## 入射光の測定方法及びそれを用いた分光機構を有するセンサー

## 技術分野

本発明は、入射光の測定方法及びそれを用いた分光センサーに係り、特に、半導体装置に入る光の波長とその強度を検出する入射光の測定方法及びそれを用いた分光機能を有するセンサーに関するものである。

## 背景技術

単板式ビデオカメラに用いられているイメージセンサーは、カラー画像を得るために赤、緑、青のフィルタを各光検出素子（例えば、フォトダイオード）の上に取り付けるようにしている。

また、三板式のビデオカメラにおいては、光学プリズムを用いて、入射光を赤、緑、青の3つの光に分け、それぞれの光を3つのイメージセンサーで検知するようになっていた。

また、入射する光が、いかなる波長であるか、かつ、それらの波長の強度を知るためにには、現在はグレーティングなどを用いて分光を行い、それぞれの光の強度分布をパワーメータなどで測定を行っていた。

また、1つのフォトダイオードにより、赤、緑、青のカラー情報を取得する試みがある（下記特許文献1参照）。この提案は、シリコン基板に、0.2μm、0.6μm、2μmの深さを持つ3つの拡散層を、重ねるように配置して、それぞれの接合から得られる電流を検知するものであった。

## 〔特許文献1〕

U S P N o . 5 , 9 6 5 , 8 7 5 号公報（第4欄—第5欄 図6）

## 発明の開示

しかしながら、上記した単板式のビデオカメラでは、カラー画像を得るために3つの光検出素子が必要であるため、解像度が三分の一に低下する。また、こ

のカラーフィルタによる光の吸収で感度の低下が起こっていた。

また、三板式のビデオカメラでは、光学プリズムの存在により、カメラ自体が大きくなる。

さらに、光の分光装置では、グレーティングなどを用いていたため装置の構成が大きくなる。

上記特許文献1に示されるトリプル井戸構造を有する能動画素イメージングアレイによるカラー分離手法では、青色を検知する一番手前の接合でも、赤色を検知してしまうことになり、赤、緑、青のカラー情報の分解能は低い。さらに、どの波長がどのような強度で存在するか知ることができないといった問題があった。

また、上記特許文献1の手法では、捕獲する電子の深さ（位置）を変化させることができない。

本発明は、上記状況に鑑みて、入射光に対応した単一の電子の捕獲部を備えた、簡単な半導体構造を用いた入射光の測定方法及びそれを用いた分光機能を有するセンサーを提供することを目的とする。

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕入射光の測定方法において、入射光を透過するとともに、ゲート電圧が印加される電極膜と、その下部に絶縁膜を介して入射光により発生した電子を捕獲する拡散層を設け、前記ゲート電圧を変化させ、前記拡散層中の電子を捕獲するこの拡散層の表面からの深さを変化させて、それらの電子の量を示す電流を測定することにより、入射光の波長と強度とを測定することを特徴とする。

〔2〕上記〔1〕記載の入射光の測定方法において、前記入射光の種類に応じて前記ゲート電圧を変化させる回数を設定することを特徴とする。

〔3〕分光センサーにおいて、半導体基板と、この半導体基板に形成される第1の拡散層と、この第1の拡散層の部位に形成される第2の拡散層と、前記第1の拡散層上に絶縁膜を介して形成される、入射光を透過するとともに、ゲート電圧が印加される電極膜とを備え、前記ゲート電圧を変化させ、第1の拡散層中で入射光により発生した電子を捕獲するこの第1の拡散層の表面からの深さを、前記ゲート電圧に対応させて変化させて、それらの電子の量を示す電流を測定することにより、入射光の波長と強度とを測定することを特徴とする。

〔4〕上記〔3〕記載の分光センサーにおいて、前記第1の拡散層がp型拡散層、前記第2の拡散層がn<sup>+</sup>拡散層、前記半導体基板がn型半導体基板を含むことを特徴とする。

〔5〕上記〔3〕記載の分光センサーにおいて、前記ゲート電圧が印加される電極膜が、不純物が添加された多結晶シリコン膜であることを特徴とする。

〔6〕上記〔3〕記載の分光センサーを用いて、1次元、または2次元に配置した分光センサーアレイを設け、この分光センサーアレイと一緒に作り込んだシフトレジスタで切り替えて信号を読み出し、前記電子を捕獲する深さを変化させて、そのときの信号を計測し、それらの信号から赤、緑、青の各波長の強度を計算し、カラー画像信号を出力することを特徴とする。

〔7〕上記〔6〕記載のカラーフィルタなしカラーイメージセンサーにおいて、前記カラー画像信号の出力部に雑音除去回路を設けることを特徴とする。

〔8〕上記〔6〕記載のカラーフィルタなしカラーイメージセンサーにおいて、前記電子を捕獲する深さを180分の1秒ごとに変化させることを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例を示す入射光の測定を行う分光センサーの一部断面を示す斜視図である。

第2図は、V<sub>g</sub>が-1Vの場合の分光センサーの特性図である。

第3図は、V<sub>g</sub>が0Vの場合の分光センサーの特性図である。

第4図は、V<sub>g</sub>が1Vの場合の分光センサーの特性図である。

第5図は、V<sub>g</sub>が2Vの場合の分光センサーの特性図である。

第6図は、V<sub>g</sub>が3Vの場合の分光センサーの特性図である。

第7図は、V<sub>g</sub>が4Vの場合の分光センサーの特性図である。

第8図は、V<sub>g</sub>が5Vの場合の分光センサーの特性図である。

第9図は、本発明の実施例を示す基板への印加電圧が5VでV<sub>g</sub>が0Vの場合(第3図に対応)のp型拡散層の深さを10μm(Z座標フルスケール)とした場合の分光センサーの特性図である。

第10図は、本発明の実施例を示す基板への印加電圧が10VでV<sub>g</sub>が0Vの

場合のp型拡散層の深さを10μm (Z座標フルスケール)とした場合の分光センサーの特性図である。

第11図は、本発明の単体の分光センサーの平面図である。

第12図は、本発明の分光センサー(4×4)の全体の平面図である。

第13図は、本発明の応用例を示すカラーフィルタなしカラーイメージセンサーシステムの構成図である。

### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

まず、入射光の波長情報を得るための基本原理について説明する。

半導体装置に照射された光は、半導体中に侵入して、吸収されながら減衰していく。この減衰していく度合いは、入射光の波長によって異なる。

そこで、本発明では、光により発生する電子を収集可能な深さ(位置)を変化させて、それらの電流を測定できれば、以下の方法で、入射する光の波長情報が分かることに着目した(勿論、電子と同時にできる正孔を蓄えてもよい)。例えば、2つの波長(λ1とλ2)の光が、強度A1とA2で同時に入射したとする。表面から電子の捕獲位置W1の距離までに発生した電子による電流を測定したら、電流I1であった。

次に、電子の捕獲位置W2の距離までに発生した電子による電流を測定したら、電流I2であったとする。このことは以下の式で表すことができる〔補足説明1参照〕。

#### 【数1】

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{A_1 S q}{h v_1} (1 - e^{-\alpha_1 W_1}) + \frac{A_2 S q}{h v_2} (1 - e^{-\alpha_2 W_1}) \\ I_2 = \frac{A_1 S q}{h v_1} (1 - e^{-\alpha_1 W_2}) + \frac{A_2 S q}{h v_2} (1 - e^{-\alpha_2 W_2}) \end{array} \right. \cdots (1)$$

ここで、各パラメータは次の通りである。

A1、A2：入射光強度 [W/cm<sup>2</sup>]

S：センサー面積 [cm<sup>2</sup>]

$W_1$ 、 $W_2$ ：電子の捕獲位置 [cm]

$\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ ：それぞれの波長の吸収係数 [cm<sup>-1</sup>]

$I_1$ ：電子の捕獲位置を $W_1$ としたときの電流の実測値 [A]

$I_2$ ：電子の捕獲位置を $W_2$ としたときの電流の実測値 [A]

振動数 $\nu_1 = c / \lambda_1$

振動数 $\nu_2 = c / \lambda_2$

ここで、 $c$ は光速、 $S$ は受光部の面積、 $h\nu$ は光のエネルギー、 $q$ は電子ボルトであり、入射光強度 $A_1$ 、 $A_2$ 以外は全て既知の値であるから、この2式から連立方程式を解くことにより、入射光強度 $A_1$ 、 $A_2$ を求めることができる。

例えば、

【数2】

$$\begin{cases} A_1 = \frac{I_1 Z - I_2 X}{WZ - XY} \\ A_2 = \frac{I_2 W - I_1 Y}{WZ - XY} \end{cases} \cdots (2)$$

と書ける。

各パラメータは次の通りである。

【数3】

$$\begin{aligned} W &= \frac{S q (1 - e^{-\alpha_1 W_1})}{h \nu_1} & X &= \frac{S q (1 - e^{-\alpha_2 W_1})}{h \nu_2} \\ Y &= \frac{S q (1 - e^{-\alpha_1 W_2})}{h \nu_1} & Z &= \frac{S q (1 - e^{-\alpha_2 W_2})}{h \nu_2} \end{aligned} \cdots (3)$$

例えば、入射光を3つの波長に分離する場合は、式(1)に電子を捕獲する位置 $W_3$ の場合の電流 $I_3$ が増える。その後は、2波長の場合と同様に計算を行うことで、入ってきた光を3波長に分離できる。

同様に100の波長で入ってくる入射光を分光する場合は、電子を捕獲する位置を100回変化させて測定すればよい。

〔補足説明1〕

単色光が入射している場合においては、半導体内の深さ(位置) $W$ までに発生する電流を計算によって求めることができる。半導体に光が入射すると光強度は指数関数的に減衰する。よって、ある深さ $x$ における光強度 $\Phi$ は、

## 【数4】

$$\phi = \phi_0 e^{-\alpha x} \quad \dots (4)$$

ここで、 $\Phi_0$ ：入射光強度 [W/cm<sup>2</sup>]

$\alpha$ ：吸収係数 [cm<sup>-1</sup>]

これより、深さWまでに吸収される割合を求める

## 【数5】

$$\frac{\int_0^W \phi_0 e^{-\alpha x} dx}{\int_0^\infty \phi_0 e^{-\alpha x} dx} = 1 - e^{-\alpha W} \quad \dots (5)$$

となる。

これらより、深さWまでに発生する電流は次式で決まる。

## 【数6】

$$I = \frac{\phi_0 S q}{h \nu} (1 - e^{-\alpha W}) \quad \dots (6)$$

ここで、S：受光部の面積 [cm<sup>2</sup>]

$h \nu$ ：光のエネルギー [J]

q：電子ボルト [J]

これらの式をそれぞれの波長に分けて表したのが式(1)である。

以下、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

第1図は本発明の実施例を示す入射光の測定を行う分光センサーの一部断面を示す斜視図である。

この図において、1はn型シリコン基板(n型基板)、2はn型シリコン基板1中に形成されるp型拡散層[p型ウェル(p型well)]、3はp型拡散層2の部位に形成されるn<sup>+</sup>拡散層、4はp型拡散層2上に形成されるシリコン酸化(SiO<sub>2</sub>)膜、5はn<sup>+</sup>拡散層3に接続されるとともに、基準電圧が印加されるA1電極、6はp型拡散層2に接続されるとともに接地される電極、7はシリコン酸化膜4の上部に形成され、不純物が添加された多結晶シリコン膜(poly-Si)、8はその多結晶シリコン膜7に接続されるゲート電極であり、多結晶シリコン膜7はシリコン酸化膜4を介して光を透過できる電極として機能する。

そこで、電子を捕獲するp型拡散層2の表面からの深さ（位置）を変化させるためには、例えば、n型シリコン基板1にp型拡散層2を設け、その上部に配置したシリコン酸化膜4を介して光を透過できる電極としての不純物が添加された多結晶シリコン膜（polycrystalline silicon）7が配置された構造にする。光を透過できる不純物が添加された多結晶シリコン膜7のすぐ横には、捕獲した電子を外部に取り出すためn<sup>+</sup>拡散層3が配置されている。p型拡散層2、n型シリコン基板1には、それらの電位を一定にするために配線を取り出すためのコンタクトが設けられている。

第2図～第8図は第1図に示す分光センサーの特性図であり、第2図はV<sub>g</sub>が-1Vの場合、第3図はV<sub>g</sub>が0Vの場合、第4図はV<sub>g</sub>が1Vの場合、第5図はV<sub>g</sub>が2Vの場合、第6図はV<sub>g</sub>が3Vの場合、第7図はV<sub>g</sub>が4Vの場合、第8図はV<sub>g</sub>が5Vの場合をそれぞれ示している。なお、ここでV<sub>g</sub>はゲート電圧（ゲート電極8の電位）を示している。各図において、Z座標軸の0.0がp型拡散層の表面を、実線は電子を捕獲するp型拡散層の表面からの深さ（捕獲位置）Wを、Bはp-ウェル部分、Cは基板とのp-n接合部分（第2図において代表して示しているが、第3図～第8図においても同様である）を示している。

例えば、それぞれの不純物の濃度としては、p型拡散層2が $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ （接合深さ5μm）、n型シリコン基板1が $1.5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 、シリコン酸化膜4の膜厚が65nmのとき、ゲート電極8の電位を-1Vから5V（第2図～第8図）まで変化させる（n型シリコン基板1には5Vの印加電圧を付与）と、p型拡散層2の表面からの電子の捕獲される深さWは、0μmから2.3μmまで変化する。

なお、ここでは、シリコン基板1には5Vを印加した場合のシミュレーション結果を示しているが、その基板への印加電圧は5Vに固定されるものではなく可変にすることができる。

第9図は本発明の実施例を示す基板への印加電圧が5VでV<sub>g</sub>が0Vの場合（第3図に対応）のp型拡散層の深さを10μm（Z座標フルスケール）とした場合の分光センサーの特性図であり、第10図は本発明の実施例を示す基板への印加電圧が10VでV<sub>g</sub>が0Vの場合のp型拡散層の深さを10μm（Z座標フ

ルスケール)とした場合の分光センサーの特性図である。これらの図において、Z座標軸の0.0はp型拡散層の表面、10.0はp型拡散層の底面(シリコン基板面)を示している。第9図と第10図を対比すると、基板電圧の変化によって基板とp-n接合部分C、p-ウェル部分B、p-ウェルの表面から電子の捕獲深さWも若干の影響を受ける(主に、基板とp-n接合部分Cの下がり具合が大きくなる)が、大きな差は生じないので、本発明においては、基板電圧を一定にしてVgを変化させることによって、拡散層の表面からの電子の捕獲される深さWを変化させることによって分光センサーの機能を発揮させることができる。

また、この構造を実際に製作したもの(写真)を第11図、第12図に示す。第11図はその単体の分光センサーの平面図を示し、だい12図はその分光センサー(4×4)の全体の平面図を示している。

本発明により実際に作製した素子において、実際に波長が分かっている2種類の発光ダイオード(青、赤)を用いて測定した結果を表1に示す。

【表1】

	青(λ=470 nm)	赤(λ=640 nm)	信号比(青/赤)
入射光強度 [μW/cm <sup>2</sup> ]	271	861	0.315
検出結果 [μW/cm <sup>2</sup> ]	222	712	0.312

この表1からも分かるように、実際に入射した光とその強度の絶対値はズれたが、信号の比は変わらなかった。光の反射を考慮すると正確に検出できる。

【測定方法の例】

3種類の入射光が入射されるような場合は、

(1) 入射光を透過するとともに、ゲート電圧が印加される不純物が添加された多結晶シリコン膜7に、例えば、ゲート電圧を1V印加して、そのときに流れる電流を読み取る。

(2) 次に、前記多結晶シリコン膜7にゲート電圧を2V印加して、そのときに流れる電流を読み取る。

(3) 次に、前記多結晶シリコン膜7にゲート電圧を5V印加して、そのときに流れる電流値を読み取る。

(4) それらの電流値に基づいて、上記した式により、入射光の各波長の強度を計算する。

上記したように、本発明の分光センサーによれば、従来までは、光の波長を分解するのにグレーティングなどの機械的な装置が必要であったが、本発明では、拡散層中の電子を捕獲する深さ（位置）を、複数回（例えば、100回）変化させて測定することで、入射してくる光の波長を100の分解能でプロットできる。これから光を波長に分けることが可能になり、グレーティングなどが必要ではなくなる。

本発明は、さらに、次のような応用が考えられる。

#### 〔実施例1〕 カラーフィルタなしカラーイメージセンサー

第13図は本発明の応用例を示すカラーフィルタなしカラーイメージセンサーシステムの構成図である。

この図において、11は分光センサーレイと、12は垂直選択器（V. Scanner）、13は雑音除去回路〔カラム（Column）CDS〕、14は水平選択器（H. Scanner）、Vsig1は光信号出力1、Vsig2は光信号出力2、Vsig3は光信号出力3、V<sub>bN</sub>、V<sub>bP</sub>は低電流駆動用バイアスである。

このように、本発明の分光センサーを、1次元、または2次元に配置し、それらの分光センサーレイ11と一緒に作り込んだシフトレジスタで切り替えて信号を読み出す。それぞれの切り替え時のノイズを抑えるために、前記信号の出力部に雑音除去回路13も組み込む。例えば、180分の1秒ごとに、電子を捕獲する深さ（位置）を変化させて、そのときの信号を計測する。それらの信号から赤、緑、青の各波長の強度を計算し、カラー画像信号を出力する。

#### 〔実施例2〕 蛍光センサー

一般にバイオ反応は蛍光反応を利用している。蛍光は一般に短波長の光（励起光）を照射することで、蛍光を起こさせて観察している。一般的なイメージセンサーでは蛍光が励起光に隠れてしまうため、励起光を通さず蛍光のみを通すバンドパスフィルタを用いている。そのために装置が大型になってしまう。

本発明の分光センサーを用いれば、励起光を除いて蛍光のみを、バンドパスフ

ィルタなしで計測することができる。

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

(A) 入射光に対応した単一の電子の捕獲部を備えた、簡単な半導体構造を用いた、入射光の測定方法及びそれを用いた分光センサーを提供する。

(B) 分光センサーの応用として、カラーフィルタなしカラーイメージセンサーを提供することができる。

#### 産業上の利用可能性

本発明の入射光の測定方法及びそれを用いた分光機構を有するセンサーは、分光センサーやその応用としてのカラーフィルタなしカラーイメージセンサーに利用可能である。

## 請 求 の 範 囲

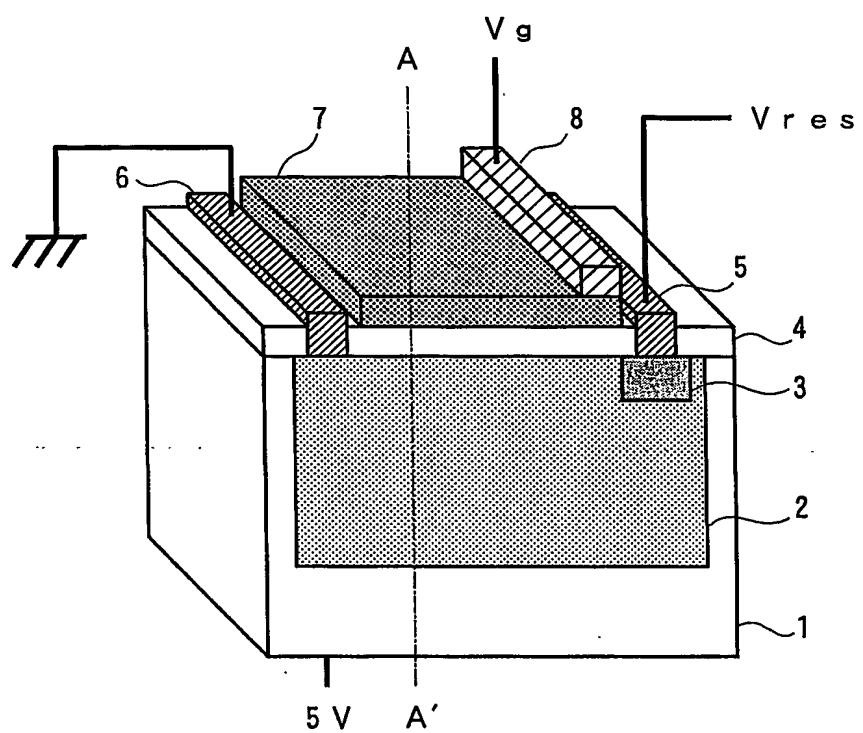
1. 入射光を透過するとともに、ゲート電圧が印加される電極膜と、その下部に絶縁膜を介して入射光により発生した電子を捕獲する拡散層を設け、前記ゲート電圧を変化させ、前記拡散層中の電子を捕獲する該拡散層の表面からの深さを変化させて、それらの電子の量を示す電流を測定することにより、入射光の波長と強度とを測定することを特徴とする入射光の測定方法。
2. 請求項1記載の入射光の測定方法において、前記入射光の種類に応じて前記ゲート電圧を変化させる回数を設定することを特徴とする入射光の測定方法。
3.
  - (a) 半導体基板と、
  - (b) 該半導体基板に形成される第1の拡散層と、
  - (c) 該第1の拡散層の部位に形成される第2の拡散層と、
  - (d) 前記第1の拡散層上に絶縁膜を介して形成される、入射光を透過するとともに、ゲート電圧が印加される電極膜とを備え、
  - (e) 前記ゲート電圧を変化させ、第1の拡散層中で入射光により発生した電子を捕獲する該第1の拡散層の表面からの深さを、前記ゲート電圧に対応させて変化させて、それらの電子の量を示す電流を測定することにより、入射光の波長と強度とを測定することを特徴とする分光センサー。
4. 請求項3記載の分光センサーにおいて、前記第1の拡散層がp型拡散層、前記第2の拡散層がn<sup>+</sup>拡散層、前記半導体基板がn型半導体基板を含むことを特徴とする分光センサー。
5. 請求項3記載の分光センサーにおいて、前記ゲート電圧が印加される電極膜が、不純物が添加された多結晶シリコン膜であることを特徴とする分光センサー。
6. 請求項3記載の分光センサーを用いて、1次元、または2次元に配置した分光センサーレイを設け、該分光センサーレイと一緒に作り込んだシフトレジスタで切り替えて信号を読み出し、前記電子を捕獲する深さを変化させて、そのときの信号を計測し、それらの信号から赤、緑、青の各波長の強度を計算し、

カラー画像信号を出力することを特徴とするカラーフィルタなしカラーイメージセンサー。

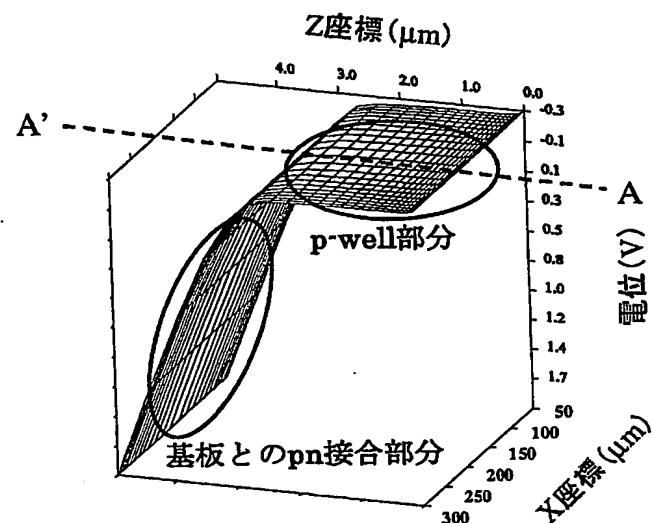
7. 請求項6記載のカラーフィルタなしカラーイメージセンサーにおいて、前記カラー画像信号の出力部に雑音除去回路を設けることを特徴とするカラーフィルタなしカラーイメージセンサー。

8. 請求項6記載のカラーフィルタなしカラーイメージセンサーにおいて、前記電子を捕獲する深さを180分の1秒ごとに変化させることを特徴とするカラーフィルタなしカラーイメージセンサー。

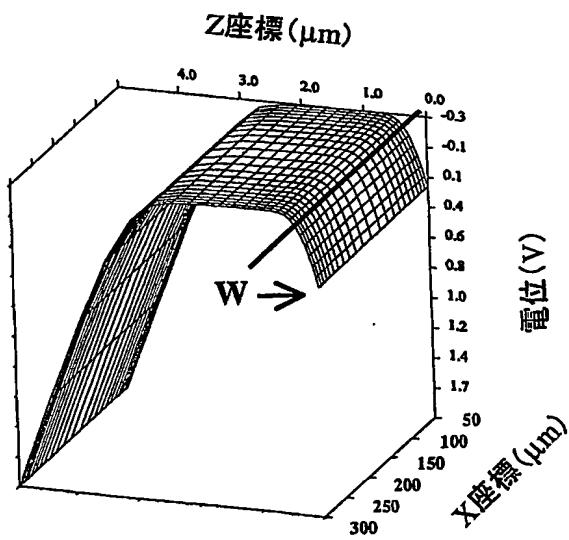
## 第 1 図



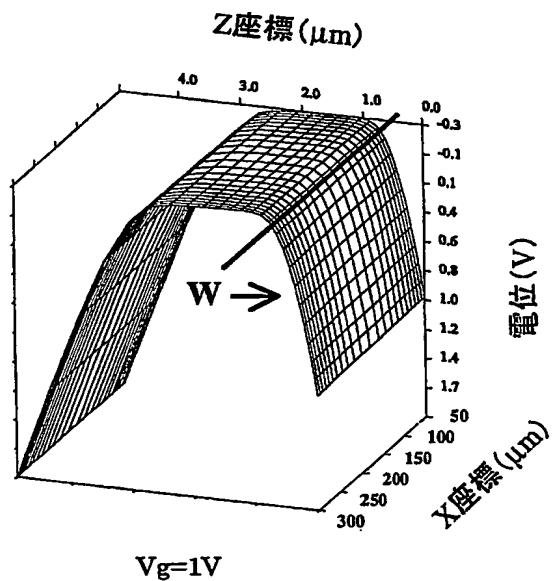
第 2 図

 $V_g = -1V$ 

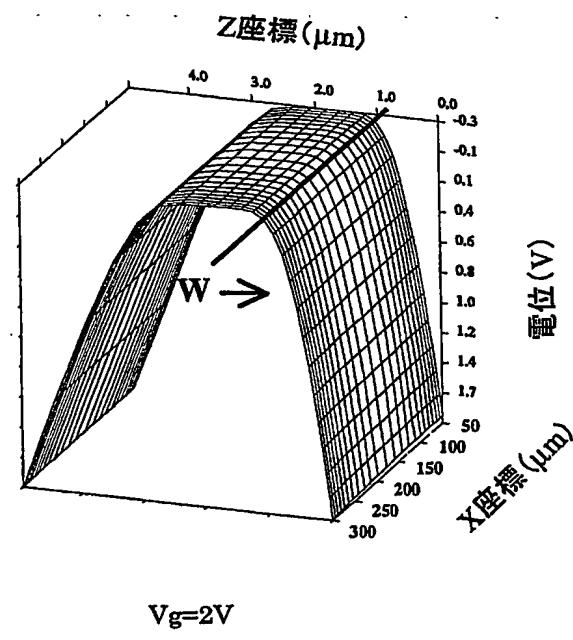
第 3 図

 $V_g = 0V$

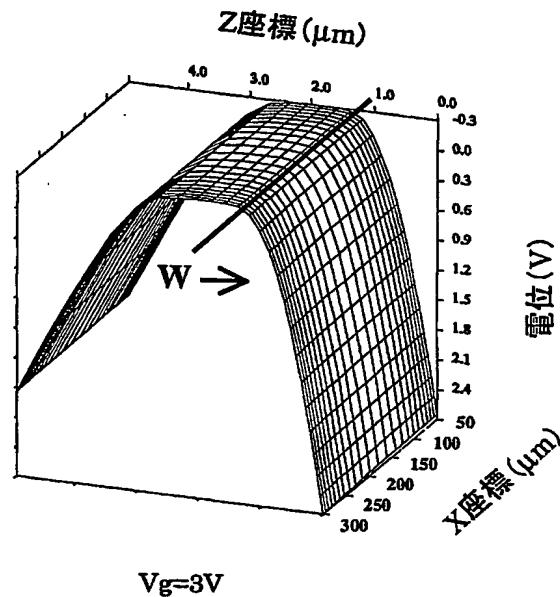
第 4 図



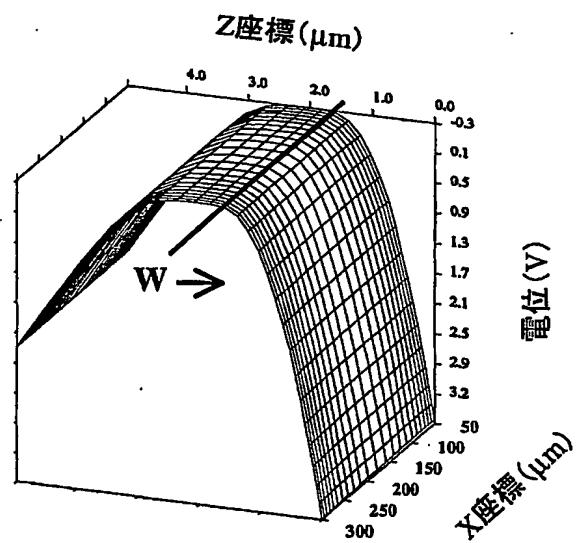
第 5 図



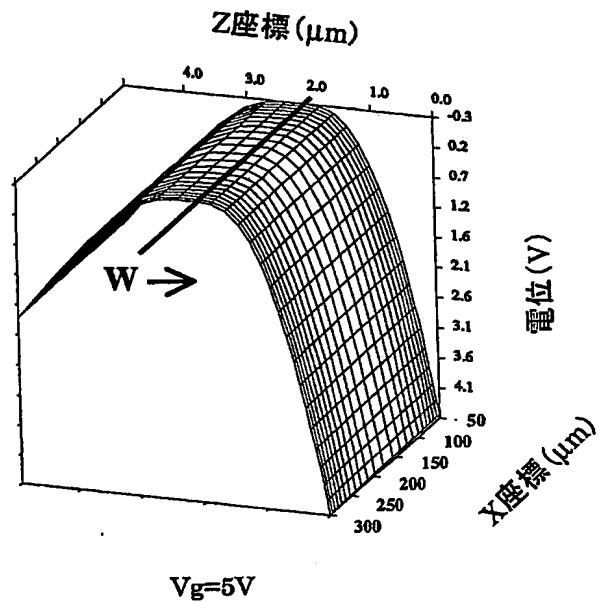
第 6 図

 $V_g = 3V$ 

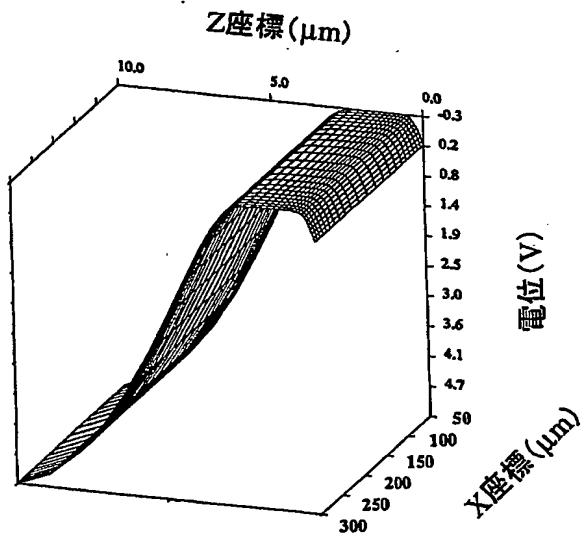
第 7 図

 $V_g = 4V$

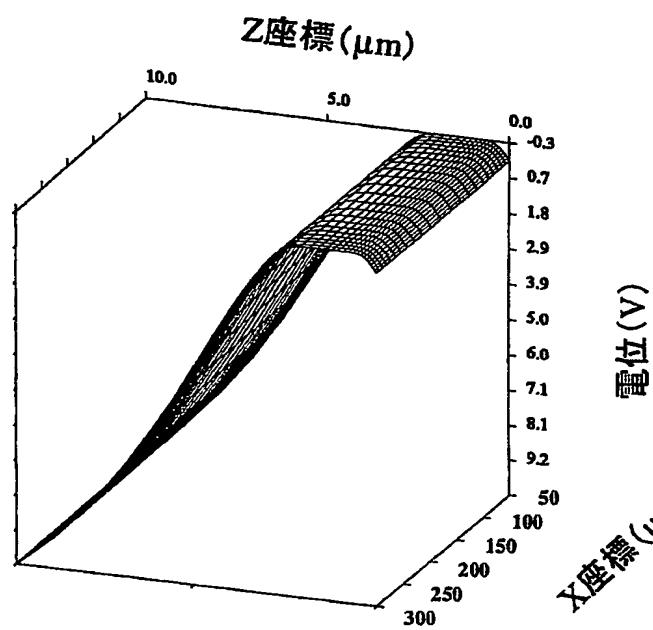
第 8 図



第 9 図

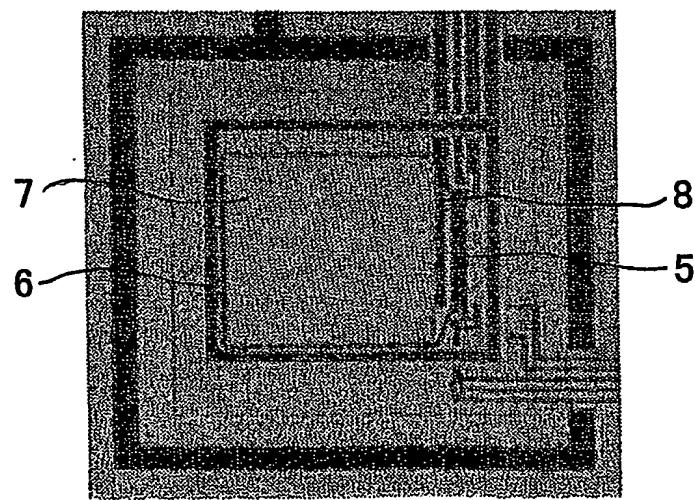


第 10 図



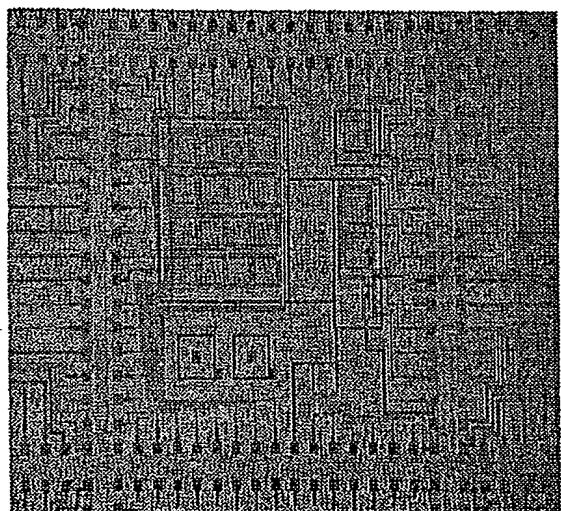
! AVAILABLE COPY

第 11 図



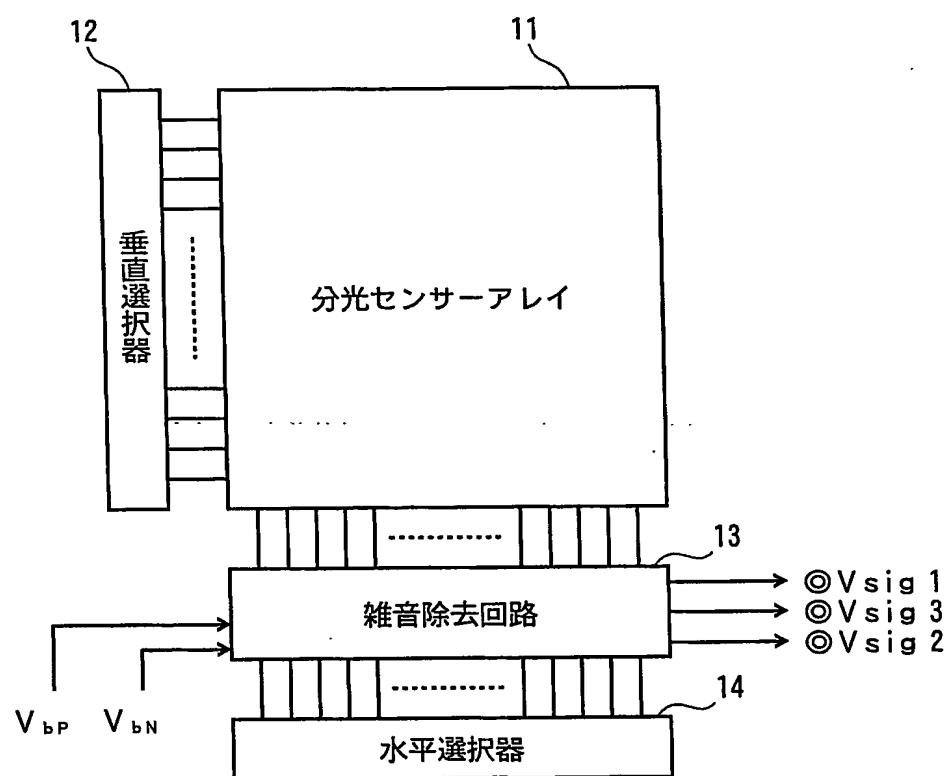
! AVAILABLE COPY

## 第 12 図



BEST AVAILABLE COPY

## 第 13 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP2004/004210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G01J3/32, H01L27/14, H01L31/10, H04N5/335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G01J3/00-3/52, H01L27/14, H01L29/78

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
JICST FILE (JOIS), Web of Science

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A.	M.S. Gusmão and G.D. Mahan: "Field-effect transistors as tunable infrared detectors", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Vol. 79, No. 5, 01 May, 1996 (01.05.96), pages 2752 to 2754, Section I, IV.	1-5 6-8
Y A	JP 5-343661 A (Ricoh Co., Ltd.), 24 December, 1993 (24.12.93), Par. Nos. [0001] to [0005], [0019] to [0020], [0036]; Fig. 1	1-5 6-8
Y	JP 7-58324 A (Xerox Corp.), 03 March, 1995 (03.03.95), Par. Nos. [0017] to [0018]; Fig. 17 (Family: none)	3-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16 April, 2004 (16.04.04)

Date of mailing of the international search report  
18 May, 2004 (18.05.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004210

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-237887 A (Hitachi, Ltd.), 09 September, 1997 (09.09.97), Par. Nos. [0002] to [0006]; Figs. 15 to 17	3-5
Y	JP 2001-7323 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 12 January, 2001 (12.01.01), Par. No. [0023]; Fig. 3 (Family: none)	5

Best Available Copy → AVAILABLE COPY

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/JP2004/004210**

JP 5-343661 A	24 December 1993	Family none
JP 7-58324 A	03 March 1995	EP 634795 A2 US 5321293 A BR 9402676 A
JP 9-237887 A	09 September 1997	Family none
JP 2001-7323 A	12 January 2001	Family none

Best Available  
Copiable Copy

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G01J3/32, H01L27/14, H01L31/10, H04N5/335

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 G01J3/00-3/52, H01L27/14, H01L29/78

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICSTファイル (JOIS), Web of Science

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	M. S. Gusmão and G. D. Mahan : "Field-effect transistors as tunable infrared detectors" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Vol.79, No.5, 1996.05.01, pp.2752-2754 Section I., IV.	1-5 6-8
Y A	JP 5-343661 A (株式会社リコー) 1993.12.24 段落【0001】-【0005】，【0019】-【0020】，【0036】，第1図	1-5 6-8
Y	JP 7-58324 A (ゼロックス コーポレイション) 1995.03.03 段落【0017】-【0018】，第17図	3-5

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

16. 04. 2004

## 国際調査報告の発送日

18. 5. 2004

## 国際調査機関の名称及び先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

高場 正光

2W 2910

電話番号 03-3581-1101 内線 3290

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 9-237887 A (株式会社日立製作所) 1997.09.09 段落【0002】-【0006】，第15-17図	3-5
Y	JP 2001-7323 A (三洋電機株式会社) 2001.01.12 段落【0023】，第3図	5

JP 5-343661 A	1993.12.24	ファミリーなし
JP 7-58324 A	1995.03.03	EP 634795 A2 US 5321293 A BR 9402676 A
JP 9-237887 A	1997.09.09	ファミリーなし
JP 2001-7323 A	2001.01.12	ファミリーなし

Best Available Copy